

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Котова Лариса Анатольевна  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 20.03.2024 11:01:47  
Уникальный программный ключ:  
10730ffe6b1ed036b744b6e9d97700b86e5c04a7

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»  
Новотроицкий филиал

## Аннотация рабочей программы дисциплины

# Разливка и кристаллизация стали

Закреплена за подразделением Кафедра металлургических технологий и оборудования (Новотроицкий филиал)

Направление подготовки

22.03.02 Металлургия

Профиль

Металлургия черных металлов

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180

в том числе:

аудиторные занятия 30

самостоятельная работа 141

часов на контроль 9

Формы контроля на курсах:

экзамен 5

курсовая работа 5

### Распределение часов дисциплины по курсам

| Курс              | 5   |     | Итого |     |
|-------------------|-----|-----|-------|-----|
|                   | уп  | рп  |       |     |
| Лекции            | 12  | 12  | 12    | 12  |
| Лабораторные      | 6   | 6   | 6     | 6   |
| Практические      | 12  | 12  | 12    | 12  |
| Итого ауд.        | 30  | 30  | 30    | 30  |
| Контактная работа | 30  | 30  | 30    | 30  |
| Сам. работа       | 141 | 141 | 141   | 141 |
| Часы на контроль  | 9   | 9   | 9     | 9   |
| Итого             | 180 | 180 | 180   | 180 |

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

|     |   |
|-----|---|
| 1.1 | Подготовить выпускников к производственно-технологической деятельности, связанной с эксплуатацией агрегатов по разливке стали.  |
| 1.2 | Изучить теоретические основы кристаллизации стали и формирования слитка в изложнице и при непрерывной разливке, обеспечивающие получение качественных заготовок с минимальными энергозатратами и воздействиями на окружающую среду. |
| 1.3 | Освоить физико-химические, термодинамические, тепловые, усадочные, ликвационные, механические и др. процессы, определяющие формирование стального слита и непрерывнолитой заготовки.  |
| 1.4 | Изучить основные виды оборудования для разливки стали.  |
| 1.5 | Научить выбирать основные виды разливочного оборудования (типы сталь- и промковшей, виды изложниц и МНЛЗ).  |
| 1.6 | Сформировать способности видения проблем и тенденций развития современного сталеплавильного производства и определения основных технических показателей работы металлургических агрегатов, используемых для разливки стали.         |

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

|            |   |            |
|------------|---|------------|
| Блок ОП:   |   | Б1.В.ДВ.06 |
| <b>2.1</b> | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>  |            |
| 2.1.1      | Курсовая научно-исследовательская работа (часть 1)  |            |
| 2.1.2      | Курсовая научно-исследовательская работа (часть 2)  |            |
| 2.1.3      | Основы сталеплавильного производства  |            |
| 2.1.4      | Современные методы получения высококачественных сталей и сплавов  |            |
| 2.1.5      | Специальные стали   |            |
| 2.1.6      | Теория и технология переплавных процессов   |            |
| 2.1.7      | Теория и технология производства стали  |            |
| 2.1.8      | Электрометаллургия стали и ферросплавов   |            |
| 2.1.9      | Металлургические технологии   |            |
| 2.1.10     | Методы обработки экспериментальных данных   |            |
| 2.1.11     | Теория и технология окускования сырья и доменного производства  |            |
| 2.1.12     | Экстракция черных металлов из природного сырья  |            |
| 2.1.13     | Безопасность жизнедеятельности  |            |
| <b>2.2</b> | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |            |

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

|  |  |
|--|--|
| <b>ПК-2: Способен разрабатывать технологические процессы получения черных металлов, осуществлять контроль их выполнения и разрабатывать рекомендации по предупреждению и устранению дефектности продукции</b>                                    |  |
| <b>Знать:</b>  |  |
| ПК-2-31  | Влияние технологических параметров разливки и конструктивных особенностей разливочного оборудования на технико-экономические показатели производства слитков и непрерывнолитых заготовок |
| <b>ПК-6: Способен обоснованно выбирать и использовать новые цифровые технологии для повышения эффективности процессов получения черных металлов</b>  |  |
| <b>Знать:</b>  |  |
| ПК-6-31  | Возможности цифровых технологий и способы их применения для анализа эффективности процессов производства слитков и непрерывнолитых заготовок   |
| <b>ПК-5: Способен определять технико-экономические показатели процессов получения черных металлов, проводить анализ эффективности технологических процессов производства черных металлов и разрабатывать предложения по их совершенствованию</b> |  |
| <b>Знать:</b>  |  |
| ПК-5-31  | Технологические основы разливки стали и применяемое оборудование   |
| <b>ПК-1: Способен осуществлять технологические процессы по получению черных металлов, оценивать риски и определять меры по обеспечению их безопасности</b>   |  |
| <b>Знать:</b>  |  |
| ПК-1-31  | Устройство, принцип действия и правила эксплуатации технологического оборудования для производства слитков   |

|  |
|--|
| и непрерывнолитых заготовок  |
| <b>ПК-5: Способен определять технико-экономические показатели процессов получения черных металлов, проводить анализ эффективности технологических процессов производства черных металлов и разрабатывать предложения по их совершенствованию</b> |
| <b>Уметь:</b>  |
| ПК-5-У1 Анализировать технологию разлива стали   |
| <b>ПК-2: Способен разрабатывать технологические процессы получения черных металлов, осуществлять контроль их выполнения и разрабатывать рекомендации по предупреждению и устранению дефектности продукции</b>                                    |
| <b>Уметь:</b>  |
| ПК-2-У1 Анализировать и совершенствовать технологические процессы производства слитков и непрерывнолитых заготовок с использованием современного разливочного оборудования   |
| <b>ПК-6: Способен обоснованно выбирать и использовать новые цифровые технологии для повышения эффективности процессов получения черных металлов</b>  |
| <b>Уметь:</b>  |
| ПК-6-У1 Анализировать технологические процессы производства слитков и непрерывнолитых заготовок статистическими методами   |
| <b>ПК-1: Способен осуществлять технологические процессы по получению черных металлов, оценивать риски и определять меры по обеспечению их безопасности</b>   |
| <b>Уметь:</b>  |
| ПК-1-У1 Осуществлять технологический процесс производства слитков и непрерывнолитых заготовок с учетом особенностей оборудования и требований к качеству продукции   |
| <b>ПК-6: Способен обоснованно выбирать и использовать новые цифровые технологии для повышения эффективности процессов получения черных металлов</b>  |
| <b>Владеть:</b>  |
| ПК-6-В1 Навыками применения цифровые технологии для повышения эффективности процессов производства слитков и непрерывнолитых заготовок   |
| <b>ПК-1: Способен осуществлять технологические процессы по получению черных металлов, оценивать риски и определять меры по обеспечению их безопасности</b>   |
| <b>Владеть:</b>  |
| ПК-1-В1 Методами расчета оптимальных параметров разлива стали с учетом особенностей оборудования и требований к качеству продукции   |
| <b>ПК-2: Способен разрабатывать технологические процессы получения черных металлов, осуществлять контроль их выполнения и разрабатывать рекомендации по предупреждению и устранению дефектности продукции</b>                                    |
| <b>Владеть:</b>  |
| ПК-2-В1 Методикой определения оптимальных конструктивных параметров разливочного оборудования для производства слитков и непрерывнолитых заготовок   |
| <b>ПК-5: Способен определять технико-экономические показатели процессов получения черных металлов, проводить анализ эффективности технологических процессов производства черных металлов и разрабатывать предложения по их совершенствованию</b> |
| <b>Владеть:</b>  |
| ПК-5-В1 Методами регулирования процесса разлива стали  |

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/                              | Семестр / Курс | Часов | Формируемые индикаторы компетенций | Литература и эл. ресурсы | Примечание | КМ | Выполняемые работы |
|-------------|--|----------------|-------|------------------------------------|--------------------------|------------|----|--------------------|
|             | Раздел 1. Основы теории кристаллизации.<br>Разливка стали в изложницы. |                |       |                                    |                          |            |    |                    |

|     |  |   |    |  |                      |  |     |    |
|-----|--|---|----|--|----------------------|--|-----|----|
| 1.1 | Сущность и механизм процесса кристаллизации. Термодинамические условия гомогенной кристаллизации. Критический размер зародыша. Условия формирования структуры слитка и динамика затвердевания. /Лек/ | 5 | 1  | ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1<br>ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1<br>ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1<br>ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 | Л1.1<br>Э1 Э2 Э3     |  | КМ1 |    |
| 1.2 | Характеристика способов разливки стали в изложницы. Строение стальных слитков в зависимости от степени раскисленности. Химическая неоднородность слитков. /Лек/                                      | 5 | 1  | ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1<br>ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1<br>ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1<br>ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 | Л1.1<br>Э1 Э2 Э3     |  | КМ1 |    |
| 1.3 | Технология разливки стали в изложницы в зависимости от степени раскисленности стали. Оборудование для разливки в изложницы и его подготовка. /Лек/   | 5 | 1  | ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1<br>ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1<br>ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1<br>ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 | Л1.1<br>Э1 Э2 Э3     |  | КМ1 |    |
| 1.4 | Дефекты стальных слитков и методы борьбы с ними. Влияние структуры слитка на качество готовой продукции. /Лек/   | 5 | 1  | ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1<br>ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1<br>ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1<br>ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 | Л1.1<br>Э1 Э2 Э3     |  | КМ1 |    |
| 1.5 | Определение продолжительности и средней скорости затвердевания слитка в зависимости от степени раскисленности стали. /Пр/  | 5 | 4  | ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1<br>ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1<br>ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1<br>ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 | Л1.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 | по форме "Технология проблемного обучения" | КМ1 |    |
| 1.6 | Изучение усадочных процессов при кристаллизации стали в изложницах. /Лаб/  | 5 | 2  | ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1<br>ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1<br>ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1<br>ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 | Л1.1Л3.2<br>Э1 Э2 Э3 | по форме "Групповая работа"                | КМ1 | Р2 |
| 1.7 | Самоподготовка по разделу "Основы теории кристаллизации. Разливка стали в изложницы". /Ср/   | 5 | 45 | ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1<br>ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1<br>ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1<br>ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 | Л1.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 |  | КМ1 |    |
|     | <b>Раздел 2. Непрерывная разливка стали.</b>   |   |    |  |                      |  |     |    |

|     |  |   |   |  |                              |                                     |     |    |
|-----|--|---|---|--|------------------------------|-------------------------------------|-----|----|
| 2.1 | Сущность и характеристика непрерывной разливки стали. Тепловые условия затвердевания и структура непрерывнолитой заготовки. /Лек/                            | 5 | 1 | ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1<br>ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1<br>ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1<br>ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |                                     | КМ1 |    |
| 2.2 | Основное оборудование машин непрерывного литья заготовок (МНЛЗ). /Лек/   | 5 | 1 | ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1<br>ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1<br>ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1<br>ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |                                     | КМ1 |    |
| 2.3 | Классификация машин непрерывного литья заготовок и их сравнительная характеристика. /Лек/  | 5 | 2 | ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1<br>ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1<br>ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1<br>ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |                                     | КМ1 |    |
| 2.4 | Технология непрерывной разливки и качество непрерывнолитой заготовки. Влияние параметров разливки на дефекты непрерывнолитой заготовки. /Лек/                | 5 | 2 | ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1<br>ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1<br>ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1<br>ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |                                     | КМ1 |    |
| 2.5 | Совершенствования техники и технологии непрерывной разливки. Литейно-прокатные комплексы и технология непрерывного литья полосы. /Лек/                       | 5 | 2 | ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1<br>ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1<br>ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1<br>ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Э1 Э2 Э3 |                                     | КМ1 |    |
| 2.6 | Определение динамики и продолжительности затвердевания непрерывнолитой заготовки в зависимости от конструктивных и технологических параметров разливки. /Пр/ | 5 | 4 | ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1<br>ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1<br>ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1<br>ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 | Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3         |                                     | КМ1 | Р1 |
| 2.7 | Выбор вида МНЛЗ и расчет их числа в цехе. /Пр/   | 5 | 4 | ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1<br>ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1<br>ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1<br>ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 | Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3         |                                     | КМ1 | Р1 |
| 2.8 | Моделирование непрерывной разливки стали. /Лаб/  | 5 | 2 | ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1<br>ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1<br>ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1<br>ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 | Л2.1Л3.2<br>Э1 Э2 Э3         | по форме<br>"Компьютерный имитатор" | КМ1 | Р3 |

|      |  |   |    |  |                          |                             |     |    |
|------|--|---|----|--|--------------------------|-----------------------------|-----|----|
| 2.9  | Изучение дефектов непрерывнолитой заготовки /Лаб/  | 5 | 2  | ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1<br>ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1<br>ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1<br>ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 | Л2.1Л3.2<br>Э1 Э2 Э3     | по форме "Групповая работа" | КМ1 | Р4 |
| 2.10 | Выполнение курсовой работы на тему: "Расчет параметров непрерывной разливки стали". /Ср/ | 5 | 60 | ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1<br>ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1<br>ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1<br>ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 | Л2.1Л3.3<br>Э1 Э2 Э3     |                             | КМ1 | Р1 |
| 2.11 | Подготовка к экзамену по дисциплине /Ср/   | 5 | 36 | ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1<br>ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1<br>ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1<br>ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 | Л1.1Л2.1Л3.1<br>Э1 Э2 Э3 |                             | КМ1 |    |
| 2.12 | Экзамен по дисциплине /Экзамен/  | 5 | 9  | ПК-5-31 ПК-5-У1 ПК-5-В1<br>ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1<br>ПК-2-31 ПК-2-У1 ПК-2-В1<br>ПК-6-31 ПК-6-У1 ПК-6-В1 |                          |                             | КМ1 |    |